


**Automatic brake system of motor vehicle**

Patent Number: ☐ EP1300275  
Publication date: 2003-04-09  
Inventor(s): SETO YOJI (JP); TAMURA MINORU (JP); KOBAYASHI YOSUKE (JP);  
YAMAMURA YOSHINORI (JP)  
Applicant(s): NISSAN MOTOR (JP)  
Requested Patent: ☐ JP2003112618  
Application  
Number: EP20020256367 20020913  
Priority Number  
(s): JP20010309247 20011004  
IPC Classification: B60K31/00; B60T7/22  
EC Classification: B60T13/66B, B60T7/22, G08G1/16  
Equivalents: ☐ US2003067219  
Cited patent(s): US6021375; US6294987; EP1223093; US6084508; US6017102; WO02058955;  
DE19806687

**Abstract**

When it is judged that a possible collision of the own vehicle with a preceding vehicle is avoidable by operation of either one of the brake pedal and steering wheel, a first grade braking force is automatically produced. When it is judged that the possible collision is unavoidable by operation of either of the brake pedal and steering wheel, a second grade braking force (FH) is automatically produced, which is greater than the first grade braking force (FL). 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-112618  
(P2003-112618A)

(43) 公開日 平成15年4月15日 (2003.4.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
B 6 0 T 7/12	Z Y W	B 6 0 T 7/12	Z Y W C 3 D 0 4 6
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 D
	6 2 7		6 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-309247 (P2001-309247)

(22) 出願日 平成13年10月4日 (2001.10.4)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 瀬戸 陽治

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 山村 吉典

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

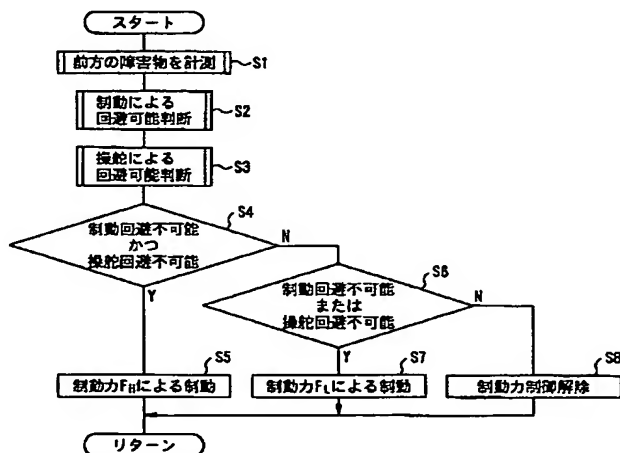
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用制動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 不必要に制動力を発生させることなく、的確なタイミングで制動力を発生させる。

【解決手段】 障害物と自車両との間の相対距離 $d$ 、相対速度 $V_r$ 、自車両が障害物との接触を回避するために必要な横移動量 $Y$ を算出し (ステップS1)、相対距離 $d$ 及び相対速度 $V_r$ に基づいて制動により障害物を回避できるかを判定する (ステップS2)。車両諸元に基づいて横移動量 $Y$ だけ横移動するための所要時間 $T_y$ を算出し、これと自車両が障害物に接触するまでの所要時間とに基づき操舵により障害物を回避できるかを判定する (ステップS3)。制動及び操舵の何れか一方によってのみ回避可能であるときには、操舵及び制動共に回避不可能となるまでの所要時間を推測してこれに基づき制動力 $F_L$ の傾き $\alpha$ を算出し、零から傾き $\alpha$ で増加する制動力 $F_L$ を発生させる。そして、制動及び操舵の何れによっても回避不可能となったとき、制動力 $F_H$ を発生させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車両と障害物との相対関係を検出する相対関係検出手段と、

ブレーキペダルの操作とは独立に制動力を発生させる制動力発生手段と、

前記相対関係検出手段で検出した相対関係に基づいて前記障害物との接触を、操舵操作及び制動操作の何れにより回避可能であるかを判定する接触回避判定手段と、前記制動力発生手段を制御し、前記接触回避判定手段での判定結果に応じて制動力を発生させる制御手段と、を備え、

当該制御手段は、前記接触回避判定手段で、前記操舵操作及び制動操作の何れか一方のみによって接触を回避可能であると判定されるとき第1の制動力を発生させ、前記操舵操作及び制動操作共に接触を回避不可能であると判定されるとき、前記第1の制動力よりも大きい第2の制動力を発生させるようになっていることを特徴とする車両用制動制御装置。

【請求項2】 前記接触回避判定手段は、前記障害物を、操舵操作により回避可能であるかを判定する操舵回避判定手段及び制動操作により回避可能であるかを判定する制動回避判定手段を備え、

前記操舵回避判定手段は、前記相対関係検出手段で検出される相対関係に基づいて自車両が前記障害物を操舵により回避するために必要な横移動量を算出し、算出した必要横移動量だけ移動するのに要する操舵回避時間を算出すると共に、自車両が前記対象物と接触するまでの接触所要時間を算出し、前記操舵回避時間が前記接触所要時間よりも大きいとき、操舵操作による接触回避が不可能であると判定するようになっていることを特徴とする請求項1記載の車両用制動制御装置。

【請求項3】 前記操舵回避判定手段は、前記横移動量を、自車両の進行方向に対して垂直方向における前記障害物のエッジ位置と、自車両との位置関係に基づいて検出するようになっていることを特徴とする請求項2記載の車両用制動制御装置。

【請求項4】 前記操舵回避判定手段は、前記障害物のエッジ位置と自車両との位置関係に基づいて、前記障害物を左右何れかの方向に回避可能であるかを検出し、左右何れかの方向にも回避可能であるときの前記障害物を右方向に操舵して回避する場合の横移動量及び左方向に操舵して回避する場合の横移動量のうち何れか小さい方を、前記必要横移動量とするようになっていることを特徴とする請求項3記載の車両用制動制御装置。

【請求項5】 前記接触所要時間を、自車両の車両諸元に基づいて算出するようになっていることを特徴とする請求項2乃至4の何れかに記載の車両用制動制御装置。

【請求項6】 前記接触所要時間を、緊急時の運転者の操舵特性に基づいて算出するようになっていることを特徴とする請求項2乃至5の何れかに記載の車両用制動制

御装置。

【請求項7】 前記第1の制動力は、徐々に増加するように設定され且つ前記制動力発生手段で発生する制動力が前記第1の制動力から前記第2の制動力に切り換わるときにこれらの偏差が予め設定したしきい値以下となるようにその増加割合が設定されることを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の車両用制動制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、先行車両等の対象物と接触する可能性があると予測される場合に、制動力を強制的に発生させ、接触を回避するようにした車両用制動制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、車両走行時の安全性向上を図るべく数々の装置が開発されており、車両に搭載したレーダ装置によって先行車両との車間距離を検出し、衝突の可能性がある場合に、制動力を自動的に発生させるようにした装置等が提案されている。

【0003】例えば、特開平6-298022号公報には、車両前方の障害物に対して、ブレーキ操作による衝突回避可能距離と、操舵による衝突回避可能距離と、を算出し、障害物と自車両との距離が、算出した何れの衝突回避可能距離よりも下回ったときに自動制動を行うことによって、不要な自動制動を行うことを回避するようにしたものが提案されている。

【0004】また、例えば、特開平7-69188号公報には、前方障害物との衝突の可能性がある場合に運転者の意志とは無関係に制動力を発生させて減速を行うが、この制動力を発生させる前に、運転者に自動制動を行うことを知らしめる目的で予備制動を行うようにしている。この予備制動が行われることによって、運転者は予め身構えることができ、急接近に気づいて何らかの対応ができるようにしたものが提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述のブレーキ操作及び操舵操作による衝突回避可能距離を検出し、障害物との距離がこれら衝突回避可能距離を下回る場合に自動制動を行うようにした方法においては、操舵による衝突回避可能距離を演算する際に、自車両に発生する横加速度を固定値として取り扱い、幾何学的な関係のみから衝突回避可能距離を演算するようになっている。

【0006】しかしながら、操舵特性は、実際には、タイヤ特性或いはヨー方向の車両慣性モーメント、車両重量、車速、ホイールベース、トレッド、さらには、運転者の操舵特性等によって異なるため、衝突回避可能距離が本来の距離よりも大きく又は小さく演算されてしまうという問題がある。また、急制動前に弱い制動力を発生させるようにした方法においては、急制動前の弱い制動力は、三角波状の制動液圧を作用させて制動力を発生さ

せるようにしているため、一旦制動液圧が零となった後に再度急制動を行うことになり、制動液圧の立ち上がりが遅れるという問題がある。また、制動液圧が零の状態から急制動を行うため、制動力の変動が大きく、運転者に与える違和感が大きいという問題がある。

【0007】そこで、この発明は、上記従来の未解決の問題に着目してなされたものであり、運転者に違和感を与えることなく、且つ的確なタイミングで制動力を発生させることの可能な車両用制動制御装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1に係る車両用制動制御装置は、自車両と障害物との相対関係を検出する相対関係検出手段と、ブレーキペダルの操作とは独立に制動力を発生させる制動力発生手段と、前記相対関係検出手段で検出した相対関係に基づいて前記障害物との接触を、操舵操作及び制動操作の何れにより回避可能であるかを判定する接触回避判定手段と、前記制動力発生手段を制御し、前記接触回避判定手段での判定結果に応じて制動力を発生させる制御手段と、を備え、当該制御手段は、前記接触回避判定手段で、前記操舵操作及び制動操作の何れか一方のみによって接触を回避可能であると判定されるとき第1の制動力を発生させ、前記操舵操作及び制動操作共に接触を回避不可能であると判定されるとき、前記第1の制動力よりも大きい第2の制動力を発生させるようになっていることを特徴としている。

【0009】また、請求項2に係る車両用制動制御装置は、前記接触回避判定手段は、前記障害物を、操舵操作により回避可能であるかを判定する操舵回避判定手段及び制動操作により回避可能であるかを判定する制動回避判定手段を備え、前記操舵回避判定手段は、前記相対関係検出手段で検出される相対関係に基づいて自車両が前記障害物を操舵により回避するために必要な横移動量を算出し、算出した必要横移動量だけ移動するのに要する操舵回避時間を算出すると共に、自車両が前記対象物と接触するまでの接触所要時間を算出し、前記操舵回避時間が前記接触所要時間よりも大きいとき、操舵操作による接触回避が不可能であると判定するようになっていることを特徴としている。

【0010】また、請求項3に係る車両用制動制御装置は、前記操舵回避判定手段は、前記横移動量を、自車両の進行方向に対して垂直方向における前記障害物のエッジ位置と、自車両との位置関係に基づいて検出するようになっていることを特徴としている。また、請求項4に係る車両用制動制御装置は、前記操舵回避判定手段は、前記障害物のエッジ位置と自車両との位置関係に基づいて、前記障害物を左右何れの方向に回避可能であるかを検出し、左右何れの方向にも回避可能であるときの前記障害物を右方向に操舵して回避する場合の横移動量及び

左方向に操舵して回避する場合の横移動量のうち何れか小さい方を、前記必要横移動量とするようになっていることを特徴としている。

【0011】また、請求項5に係る車両用制動制御装置は、前記接触所要時間を、自車両の車両諸元に基づいて算出するようになっていることを特徴としている。また、請求項6に係る車両用制動制御装置は、前記接触所要時間を、緊急時の運転者の操舵特性に基づいて算出するようになっていることを特徴としている。さらに、請求項7に係る車両用制動制御装置は、前記第1の制動力は、徐々に増加するように設定され且つ前記制動力発生手段で発生する制動力が前記第1の制動力から前記第2の制動力に切り換わるときにこれらの偏差が予め設定したしきい値以下となるようにその増加割合が設定されることを特徴としている。

【0012】

【発明の効果】本発明の請求項1に係る車両用制動制御装置によれば、操舵操作及び制動操作の何れか一方のみによって接触を回避可能であると判定されるときに第1の制動力を発生させ、操舵操作及び制動操作を行っても障害物を回避することができないと判定されるときに第1の制動力よりも大きな第2の制動力を発生させるようにしたから、障害物を操舵操作によって回避可能であるような場合に不必要に制動力を発生させることはなく、的確なタイミングで制動力を発生させることができると共に、第2の制動力を発生させる時点つまり制動及び操舵操作共に回避不可能である緊急時には、既に第1の制動力が発生されており制動力を発生させるための制動流体圧はある程度立ち上がっているから、速やかに第2の制動力を発生させることができる。

【0013】また、請求項2に係る車両用制動制御装置によれば、自車両が前記障害物を操舵により回避するために必要な横移動量を算出し、算出した必要横移動量だけ移動するのに要する操舵回避時間を算出し、接触回避時間が、自車両が前記対象物と接触するまでの接触所要時間よりも大きいときに、操舵操作による接触回避が不可能であると判定するようにしたから、操舵操作による接触回避判定を的確に行うことができる。

【0014】また、請求項3に係る車両用制動制御装置によれば、横移動量を、自車両の進行方向に対して垂直方向における障害物のエッジ位置と、自車両との位置関係に基づいて検出するようにしたから、自車両に対する障害物のオフセット量が異なる場合であってもそれぞれの位置関係に応じて横移動量を高精度に検出することができ、操舵回避判定を的確に行うことができる。

【0015】また、請求項4に係る車両用制動制御装置によれば、障害物を右方向に操舵して回避する場合の横移動量及び左方向に操舵して回避する場合の横移動量のうち何れか小さい方を、必要横移動量としこれに基づき操舵操作による接触回避判定を行うようにしたから、必

要横移動量を的確に設定することができ、運転者の操舵操作によって障害物を回避することが可能である場合に、不必要に制動力を発生させることを回避することができる。

【0016】また、請求項5に係る車両用制動制御装置によれば、接触所要時間を、自車両の車両諸元に基づいて算出するようにしたから、車両の操舵特性や車速で異なる操舵特性に関わらず、よりの確に操舵回避判定を行うことができる。また、請求項6に係る車両用制動制御装置によれば、接触所要時間を、緊急時の運転者の操舵特性に基づいて算出するようにしたから、よりの確に操舵回避判定を行うことができる。

【0017】また、請求項7に係る車両用制動制御装置によれば、第1の制動力を、徐々に増加するように設定し且つ第2の制動力に切り換わるときにこれらの偏差が予め設定したしきい値以下となるようにその増加割合を設定するようにしたから、第1の制動力から第2の制動力への切り換えを、運転者に違和感を与えることなく行うことができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明を適用した車両用制動制御装置の一実施形態を示すブロック図である。図中1は、車間距離センサとしてのスキャニング式のレーザレーダであって、車幅中央の、車両前方の障害物を検知することの可能な位置に設けられている。そして、一定角度ずつ水平方向にずれながら周期的に車両の前方方向にレーザ光を照射し前方物体から反射して戻ってくる反射光を受光して、出射タイミングから反射光の受光タイミングまでの時間差に基づいて、各角度における物体までの距離を検出するようになっている。2は、車速センサであって、これらレーザレーダ1及び車速センサ2の検出信号は、コントローラ10に入力される。

$$Y = d \cdot \sin(\theta) + Lw/2$$

なお、式中の $Lw$ は自車両の車幅である。また、本実施の形態においては、レーザレーダ1を車両の車幅中央の位置に設けた場合について説明しているが、車幅中央から左右の何れかの方向にオフセットして取り付けられている場合には、前記(1)式においてオフセット分を考慮する必要がある。

【0023】また、障害物の中心位置に対し、自車両の中心位置が比較的ずれている場合等、左右エッジの角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ のうち何れか一方のエッジを検出することができない場合には、エッジを検出することができた側のエッジ角度を $\theta$ として上記式(1)により、横移動量 $Y$ を算出する。ここで、上述の場合、レーザレーダ1としてスキャニング式のレーザレーダを用いた場合について説明しているが、ある幅を持った複数本のビームを出力可能なビーム式のレーザレーダである場合には、図4に示すように、レーザレーダ1の検出信号に基づいて、

【0019】そして、コントローラ10では、予め設定された所定周期で自動制動制御処理を実行し、前記レーザレーダ1及び車速センサ2の検出信号に基づいて、自動制動を行う必要があるか否かを判定し、自動制動を行う必要があると判定されるとき、制動力制御装置15を制御して制動力を発生させる。なお、前記制動力制御装置15は、ブレーキペダルとは切り離されており、いわゆるブレーキバイワイヤ方式の構成を備えている。

【0020】図2は、コントローラ10で実行される自動制動制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。コントローラ10では、自動制動制御処理を実行すると、まず、ステップS1において、レーザレーダ1の検出信号を読み込み、自車両前方の障害物と自車両との間の自車両の進行方向における相対距離 $d$ 、及び相対速度 $V_r$ を検出し、さらに、レーザレーダ1の検出信号に基づいて、自車両前方の障害物の左右エッジまでの距離及び角度を検出する。また、これらに基づいて自車両が前方の障害物との接触を回避するために必要な横移動量 $Y$ を算出する。

【0021】前記相対速度 $V_r$ は、例えば、前記相対距離 $d$ に対し、微分演算或いはバンドパスフィルタ処理を行うことにより算出する。また、前記横移動量 $Y$ は、レーザレーダ1の検出信号に基づいて障害物の左右エッジを検出し、この左右エッジ位置における角度に基づいて検出する。つまり、図3に示すように、レーザレーダ1の検出信号及びそのスキャニング角度に基づいて、自車両の進行方向を基準とし、これに対する障害物の左右エッジの角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ を検出する。そして、図3に示すように、自車両前方の障害物に対し、障害物の左右エッジの角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ のうち、何れか小さい方(図3の場合には、 $\theta_1$ )を選択し、これを $\theta$ として次式(1)に基づいて、横移動量 $Y$ を算出する。

【0022】

$$\dots\dots (1)$$

前方障害物は、ある幅をもった範囲内に存在するとして検出される。図4の場合には、自車両の進行方向に対し右方向に、角度 $\theta_1$ から $\theta_2$ だけずれた位置の間から、進行方向に対し左方向にかけて、障害物が存在すると判定する。

【0024】この場合には、前方障害物の右エッジ位置は、最小値である $\theta_1$ であるとしてこれを $\theta$ とし、前記(1)式に基づいて横移動量 $Y$ を算出する。また、この場合にも、自車両の進行方向に対し、右方向又は左方向のみについて障害物のエッジが検出された場合には、エッジを検出することができた側のエッジ角度を $\theta$ とし、上記(1)式に基づいて横移動量 $Y$ を算出する。

【0025】また、この場合も、レーザレーダ1が車両中央に配設されておらず、左右何れかにオフセットして取り付けられている場合には、前記(1)式を、オフセット分を考慮して補正する。このようにして、横移動量

Yを算出することによって、自車両に対する障害物のオフセット量が異なる場合においても、それぞれの場合に応じて必要な操舵回避のための横移動量を算出し、操舵回避が可能であるか否かの演算を高精度に行うことができるようになっていく。

【0026】次いで、ステップS2に移行し、自車両前方の障害物との接触を制動操作を行うことによって回避することができるかどうかの判定を行う。この判定条件は、次のように設定される。図3に示すように、自車両

$$d < -Vr \cdot T_d + (Vr)^2 / (2 \cdot a) \quad \dots\dots (2)$$

したがって、ステップS1で検出した障害物との間の距離dと相対速度Vrとが前記(2)式を満足するかどうかを判定する。続いて、ステップS3に移行し、障害物との接触を操舵操作を行うことによって回避することができるか否かを判定する。

$$m \cdot v \cdot (r + dB/dt) = 2 \cdot Y_F + 2 \cdot Y_R \quad \dots\dots (3)$$

$$I_z \cdot dr/dt = 2 \cdot l_F \cdot Y_F - 2 \cdot l_R \cdot Y_R \quad \dots\dots (4)$$

$$Y_F = f_F [\beta + (l_F/v) \cdot r - \theta_F]$$

$$Y_R = f_R [\beta - (l_R/v) \cdot r]$$

なお、(3)及び(4)式中の、mは車両重量、 $I_z$ は車両ヨー方向の慣性モーメント、vは車速、rはヨーレート、 $\beta$ は車体スリップ角、 $l_F$ は車両重心から前輪までの距離、 $l_R$ は車両重心から後輪までの距離、 $Y_F$ 及び $Y_R$ は、前輪及び後輪にそれぞれ発生する横力である。また、 $\theta_F$ は、前輪舵角であって、緊急時には運転者は例えば図5に示すように、ある操舵速度で操舵を行い且つある操舵量最大値で操舵すると仮定する。なお、図5において、横軸は時間、縦軸は舵角であって、時間の経過に伴ってある傾きで舵角が増加し、つまりある操舵速度で舵角が操舵量最大値まで増加するようになっている。

$$Y = \int [v \cdot \sin(\int r dt + \beta)] dt \quad \dots\dots (5)$$

したがって、前記(3)～(5)式から、回避に必要な横移動量Yだけ自車両が横移動する際の所要時間を算出することができる。

【0031】なお、(3)～(5)式の演算をオンラインで実行するには、計算時間が非常にかかるため、予めオフラインで演算を行い、その演算結果を、例えば図7に示すようにマップ化しておいてもよい。なお、図7において、横軸は、操舵回避に必要な横移動量、縦軸は操舵回避にかかる時間である。操作回避に必要な横移動量が増加するほど、操舵回避にかかる時間も増加し、且

$$d/Vr < Ty$$

ここで、前記(3)～(6)式に基づいて、操舵操作による接触回避が可能であるか否かを判定することによって、車両の操舵特性の違いに応じて操舵回避時間を演算し、車両毎に異なる操舵特性や車速域で異なる操舵特性によらず、操舵回避が可能か不可能かを正確に演算するようになっている。また、運転者の緊急時のステアリング操作の特性も加味して車両の操舵回避時間を演算する

と自車両前方の障害物との距離がdであり、相対速度がVrであるものとする。このとき、制動によって接触を回避する場合に発生する減速度をa(例えば、 $8.0 [m/s^2]$ )とし、運転者がブレーキペダルを踏み込んだ場合に減速度が発生するまでの無駄時間を $T_d$ (例えば、0.2秒)とすると、制動によって障害物との接触を回避するためには、相対速度Vrと、障害物との距離dとの関係が次式(2)を満足すればよい。

【0027】

【0028】まず、ステップS1で算出した、障害物との接触を回避するために必要な横移動量Yだけ横移動するのに必要な時間Tyを算出する。ここで、車両の操舵特性は次のように表すことができる。

【0029】また、 $f_F$ 及び $f_R$ はタイヤスリップ角と、タイヤ横力との対応を表す関数であって、例えば図6に示すように設定される。なお、図6において、横軸はタイヤスリップ角、縦軸はタイヤ横力であって、タイヤスリップ角が大きくなるほどタイヤ横力は大きくなり、且つタイヤスリップ角が小さいほどタイヤスリップ角の変化に対するタイヤ横力の変化量が大きくなるように設定される。

【0030】ここで、横移動量Yは、車速vとヨーレートrと、車体スリップ角 $\beta$ とから次式(5)で表すことができる。

つ、車速が低くなるほど、操作回避に係る時間が増加するように設定される。したがって、障害物を回避するために必要な横移動量Yだけ横移動するのに必要な時間、つまり、操舵操作による接触回避に要する所要時間Tyを算出する場合には、車速vと横移動量Yとに対応するマップの値を検索すればよい。

【0032】そして、接触までの推定時間 $d/Vr$ と、操舵回避にかかる時間Tyとの間に、次式(6)が成り立つとき、操舵操作による障害物との接触は回避不可能であると判断する。

$$\dots\dots (6)$$

ことによって、より正確に緊急時の操舵回避時間を演算するようになっている。

【0033】次いで、ステップS4に移行し、自車両前方の障害物との接触に対する、ステップS2での制動による回避可能判断及びステップS3での操舵による回避可能判断の結果に基づき、制動による接触回避が不可能であり、且つ操舵による接触回避が不可能であると判断

される場合には、ステップS5に移行し、予め設定した大きさ $F_H$ の制動力を発生させるための制動力指令値を、制動力制御装置15に出力する。そして、図示しない上位プログラムに戻る。

【0034】一方、ステップS4で、制動及び操舵操作共に回避不可能ではないと判定される場合にはステップS6に移行し、制動及び操舵の何れか一方のみによる接触回避が可能であるかどうかを判定する。そして、何れか一方のみによる接触回避が可能であると判定される場合には、ステップS7に移行し、予め設定した大きさ $F_L$ の制動力を発生させるための制動力指令値を、制動力制御装置15に出力する。そして、図示しない上位プログラムに戻る。

【0035】一方、ステップS6の処理で、制動又は操舵の何れか一方のみにより接触回避が可能であると判定されない場合、つまり、制動及び操舵の何れにおいても接触回避が可能であると判定される場合には、ステップS8に移行し、制動力制御解除処理を行う。すなわち、予め設定した傾きで徐々に制動力が小さくなるよう制動力制御装置15への制動力の指令信号を制御し、制動力制御装置15で発生する制動力を徐々に小さくし制動力の発生を停止させる。

$$T_1 = d / V_r - T_y$$

一方、操舵による接触回避が不可能となってから制動による接触回避が不可能となる場合には、その所要時間 $T_1$ は、次式(8)と表すことができる。なお、式(8)

$$T_1 = -(d - V_r^2 / 2 \cdot a + V_r \cdot T_d) / V_r \quad \cdots \cdots (8)$$

前記 $T_1$ から制動力の傾き $\alpha$ を次式(9)に基づいて算

$$\alpha = (F_H - \Delta F) / T_1 \quad \cdots \cdots (9)$$

そして、このようにして算出した傾き $\alpha$ で制動力 $F_L$ を徐々に上昇させる。次に、上記実施の形態を説明する。

【0041】今、自車両前方に先行車両が存在するものとする、コントローラ10では、図2の自動制動制御処理にしたがって、レーザレーダ1の検出信号を読み込み、この検出信号に基づいて、先行車両との車間距離 $d$ 及び相対速度 $V_r$ を算出し、さらに、先行車両の左右エッジ角度を検出する。ここで、先行車両が図3に示すように、自車両前方のやや左よりに位置する場合には、レーザレーダ1の検出信号に基づいて左右のエッジ角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ が検出され、より小さい方の $\theta_1$ が選択されてこれに基づいて横移動量 $Y$ が算出される(ステップS1)。

【0042】このとき、例えば先行車両との間の距離 $d$ が十分大きい場合等、先行車両との間の距離 $d$ 及び相対速度 $V_r$ が前記(2)式を満足する場合には、制動によって障害物を回避することができると判定し(ステップS2)、さらに、先に算出した横移動量 $Y$ だけ移動するのに必要な時間 $T_y$ を算出し、これと、自車両が先行車両に接触するまでの推定時間 $d / V_r$ とが前記(6)式を満足しないときには、操舵操作によって障害物との接

【0036】ここで、前記制動力 $F_L$ は、図8に示すように、零から一定の傾き $\alpha$ で徐々に大きくなる値であって、前記制動力 $F_H$ は、前記制動力 $F_L$ よりも大きい一定値に設定され、例えば、制動操作及び操舵操作を行っても障害物との接触を回避することのできない状況にある場合に、自車両を十分減速させることの可能な値に設定される。

【0037】そして、前記制動力 $F_L$ の傾き $\alpha$ は、制動力が制動力 $F_L$ から制動力 $F_H$ に移行する際に、その制動力の差 $\Delta F$ が所定値以下となるように演算される値である。前記差 $\Delta F$ は、自車両に作用する制動力が $F_L$ から $F_H$ に変化したときに、運転者に違和感を与えることのない値に設定される。具体的には、次のようにして算出する。

【0038】まず、制動力 $F_L$ が作用し始めてから制動力 $F_H$ が作用するまでの所要時間 $T_1$ を推定する。つまり、制動による接触回避が不可能となってから操舵による接触回避が不可能となる場合には、その所要時間 $T_1$ は、次式(7)と表すことができる。なお、式(7)中の、 $T_y$ は、ステップS3で算出した操舵回避にかかる時間 $T_y$ である。

$$\cdots \cdots (7)$$

中の $T_d$ 及び $a$ は、ステップS2で算出した、運転者のブレーキ操作時の無駄時間と、発生減速度である。

$$\cdots \cdots (8)$$

$$\cdots \cdots (9)$$

触は回避可能であると判断するから、ステップS4からステップS6を経てステップS8に移行し、制動力制御装置15による制動力の発生は行わない。

【0043】したがって、先行車両との間の車間距離 $d$ が比較的大きく、運転者の操舵操作及び制動操作によって先行車両との接触を回避可能であると判定される場合には、制動力制御装置15によって制動力は発生されない。よって、運転者の操舵操作及び制動操作によって先行車両を回避可能である場合に、不要な制動力が発生されることはない。

【0044】この状態から、例えば先行車両との車間距離 $d$ が短くなり、車間距離 $d$ が前記(2)式は満足するが、横移動量 $Y$ に基づき算出される操舵回避にかかる時間 $T_y$ が前記(7)式を満足しなくなると、制動による接触回避は可能であるが、操舵による接触回避は不可能であると判定されるから、ステップS4からステップS6を経てステップS7に移行し、大きさ $F_L$ の制動力を発生するよう制動力制御装置15が制御される。

【0045】このとき、制動力 $F_L$ は、零から傾き $\alpha$ で徐々に増加するように設定され、操舵による接触回避が不可能となった後、制動による接触回避が不可能となっ



た場合には、制動力 $F_H$ が作動するまでの所要時間 $T_1$ は、前記(8)式で表すことができるから、算出した所要時間 $T_1$ に基づいて前記(9)式に基づいて、制動力 $F_L$ の傾きが算出され、これに基づいて、制動力制御装置15が制御される。

【0046】したがって、制動力制御装置15から、図9に示すように、時点 $t_1$ で操舵回避が不可能となった時点で、零から傾き $\alpha$ で増加する制動力 $F_L$ が発生されることになる。そして、制動による接触回避は可能であるが操舵による接触回避は不可能な状態である間は、制動力 $F_L$ が発生され、且つこの制動力 $F_L$ は徐々に大きくなっていく。

【0047】この状態から車間距離 $d$ が短くなり、時点 $t_2$ で、車間距離 $d$ が前記(2)式を満足しなくなり、制動によっても接触回避が不可能と判定されると、制動回避不可能であり且つ操舵回避不可能であることから、ステップS4からステップS5に移行し、制動力 $F_H$ を発生するよう制動力制御装置15を制御する。これによって、図9に示すように、時点 $t_2$ で、制動力 $F_L$ よりも大きい制動力 $F_H$ が発生される。したがって、制動によっても操舵によっても先行車両との接触回避が不可能であり、すなわち運転者による操作によっては接触を回避することができないと判断されたときに、強制的に制動力を発生させ、且つこのとき、これまでよりも大きい制動力 $F_H$ を発生させることによって、先行車両との接触が回避されることになる。

【0048】このとき、時点 $t_2$ で、制動力 $F_L$ よりも大きな制動力 $F_H$ が作用することになるが、時点 $t_1$ で操舵による接触回避が不可能となった時点で制動力 $F_L$ を発生させ、且つ徐々に作用する制動力を大きくするようにし、さらに時点 $t_2$ でより大きな制動力 $F_H$ が作用するときに、それまでの制動力 $F_L$ と制動力 $F_H$ との差が、予め設定したしきい値 $\Delta F$ よりも小さくなるようにしているから、時点 $t_2$ でより大きな制動力 $F_H$ が作用したとしても、運転者に違和感を与えることはない。

【0049】一方、時点 $t_1$ で、操舵による接触回避は可能であるが制動による接触回避が不可能となった場合には、上記と同様に、ステップS4からステップS6を経てステップS7に移行し、制動力 $F_L$ を発生するよう制動力制御装置15を制御するが、この場合、操舵による接触回避が可能であるから、前記(7)式から、制動力 $F_H$ が作動するまでの所要時間 $T_1$ を算出する。そして、この所要時間 $T_1$ に基づいて前記(9)式に基づいて制動力の傾き $\alpha$ を算出する。

【0050】そして、この傾き $\alpha$ で増加する制動力 $F_L$ を発生させ、時点 $t_2$ で制動及び操舵による接触回避が共に不可能となった時点で、制動力 $F_H$ を発生させるが、制動力 $F_H$ は制動力 $F_L$ との差がしきい値 $\Delta F$ よりも小さくなるように設定されているから、急に大きな制動力 $F_H$ を発生させても運転者に違和感を与えることは

ない。

【0051】そして、この状態から、制動力 $F_H$ が作用し、これに伴って、運転者が操舵或いは制動を行うことによって、先行車両との距離 $d$ が確保され、時点 $t_3$ で前記(2)式及び(6)式が成立するようになると、ステップS4からステップS6を経てステップS8に移行し、制動力制御装置15で発生される制動力が、 $F_H$ から所定の傾き $\alpha'$ で減少するように、制動力制御装置15を制御する。

【0052】これによって、図9に示すように、発生される制動力が傾き $\alpha'$ で減少することになり、このとき、作用させている制動力を徐々に減少させるようにしているから、制動力の付与を停止する際に、運転者に与える違和感を低減することができる。このように、制動力制御装置15によって制動力を作用させる場合には、突然大きな制動力 $F_H$ を作用させるのではなく、制動力 $F_L$ を零から徐々に増加させて作用させ、また、制動力の付加を中止する場合には、制動力 $F_H$ から徐々に減少させて中止するようにしているから、制動力の付加及びその停止に伴って運転者に与える違和感を低減することができる。

【0053】また、このとき、制動力を作用させるタイミングを、先行車両との車間距離 $d$ 及び相対速度 $V_r$ だけでなく、車両の操舵特性等車両特性をも考慮して特定するようにしているから、車両毎に異なる操舵特性や車速域で異なる操舵特性によらず、操舵回避が可能か不可能かをより的確に算出することができる。また、運転者の緊急時のステアリング操作の特性をも考慮して車両の操舵回避時間を算出するようにしているから、より高精度に緊急時の操舵回避時間を算出することができる。

【0054】また、操舵及び制動による接触回避が共に不可能であると判定され、強い制動力 $F_H$ を発生させる必要のある時点よりも前の、操舵或いは制動による接触回避が不可能であると判定された時点で予め弱い制動力 $F_L$ を発生させておき、この制動力 $F_L$ を徐々に大きくし、強い制動力を発生させる必要のある時点で制動力 $F_H$ を発生させるようにしているから、この制動力 $F_H$ を発生させる時点では、制動力は予め立ち上がっているから、制動力 $F_H$ を発生させるべき時点での制動力の立ち上がりの遅れを低減することができる。よって、速やかに制動力を作用させることができ、安全性をより向上させることができる。

【0055】また、障害物を制動操作により回避することができるか、また、操舵操作により回避することができるかを個別に判断し、制動操作を行っても操舵操作を行っても障害物との接触を回避することができないと判定されるときに制動力 $F_H$ を発生させるようにしているから、操舵操作を行うことによって障害物を回避することのできるような場合に不必要に大きな制動力を発生させることを回避することができる。



【0056】また、操舵操作によって障害物との接触を回避することができるか否かを判定する際に、横移動量を検出しこれに基づき判定するようにしたから、自車両と障害物とにオフセットが生じている場合であっても、オフセット量を考慮して的確に操舵回避判定を行うことができる。また、この横移動量に基づき操舵回避判定を行う際に、車両諸元や車両の操舵特性、運転者の操舵諸元等をも考慮して判定するようにしたから、車両毎に異なる操舵特性や運転者の操舵諸元等に関わらず、的確に操舵回避判定を行うことができる。したがって、的確なタイミングで制動力を発生させることができる。

【0057】また、横移動量を設定する際に、障害物の左右のエッジ角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の何れか小さい方を選択し、この方向に操舵した場合に障害物を回避することができるかどうかを判定するようにしている。よって、左右方向のうち操舵回避を行うことができる可能性がより高い方について操舵回避判定を行うことになるから、操舵判定を的確に行うことができ、また、この判定の結果、操舵回避可能である場合には、制動力を発生させないようにし、左右のうち何れか一方の方向に操舵回避可能である場合には、制動力を発生させないから、操舵回避可能であるにも関わらず、不必要に制動力を発生させることを確実に回避することができる。

【0058】ここで、制動力制御装置15が制動力発生手段に対応し、図2のステップS1の処理が相対関係検出手段に対応し、ステップS2の処理が制動回避判定手段に対応し、ステップS3の処理が操舵回避判定手段に対応し、ステップS2及びステップS3の処理が接触回

避判定手段に対応し、ステップS4からステップS8の処理が制御手段に対応している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した、制動力制御装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】図1のコントローラ10における自動制動力制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図3】スキャニング方式のレーザレーダを用いた場合の、自車両と、自車両前方障害物との位置関係を示す説明図である。

【図4】複数本のビームを備えたビーム方式のレーザレーダを用いた場合の、自車両と、自車両前方障害物との位置関係を示す説明図である。

【図5】緊急時の運転者の操舵特性を表す特性図である。

【図6】タイヤスリップ角とタイヤ横力との関係を表す特性図である。

【図7】横移動量Yと操舵回避に要する所要時間Tyと車速との関係を表す特性図である。

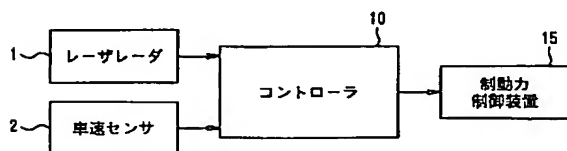
【図8】制動力 $F_L$ と $F_H$ との関係を表す説明図である。

【図9】本発明の動作説明に供する説明図である。

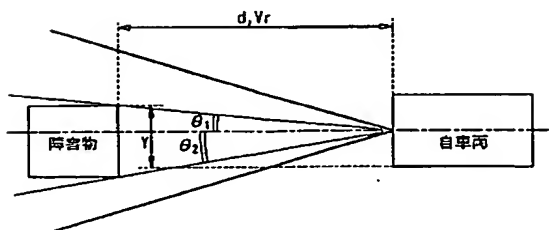
【符号の説明】

- 1 レーザレーダ
- 2 車速センサ
- 10 コントローラ
- 15 制動力制御装置

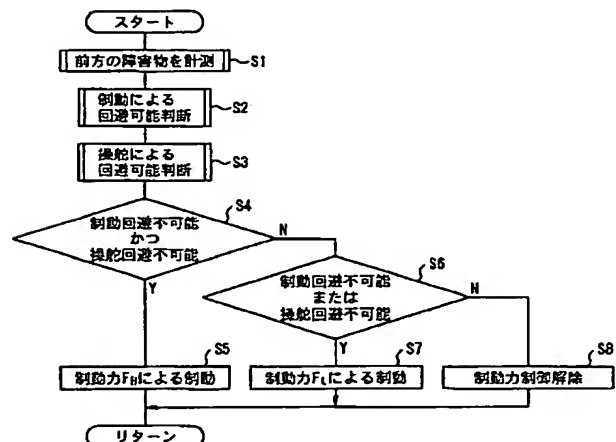
【図1】



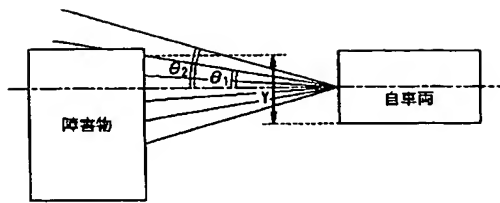
【図3】



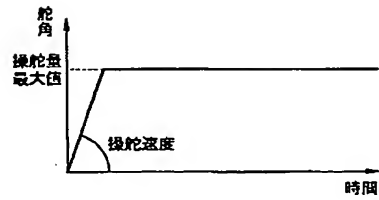
【図2】



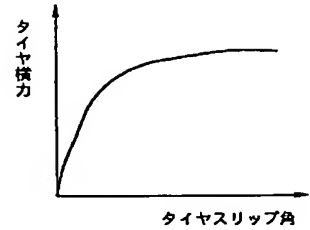
【図4】



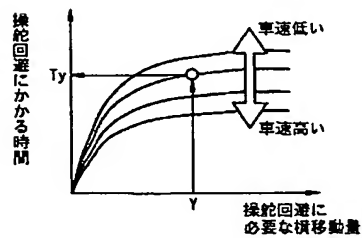
【図5】



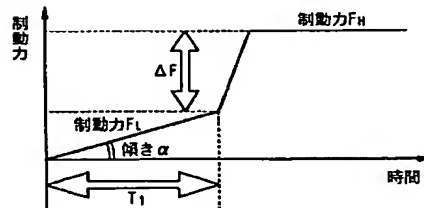
【図6】



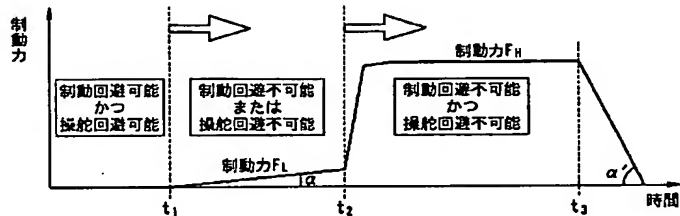
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 洋介  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 田村 実  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内  
Fターム(参考) 3D046 BB18 GG10 HH20 HH22 JJ02  
JJ19 KK11